

Rec'd PCT/PTO 25 JAN 2005

10/522272

**Verfahren zur Zuordnung von Rädern eines Kraftfahrzeugs zu der jeweiligen Fahrzeugachse**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Reifenluftdrucküberwachungseinrichtungen werden insbesondere für die Messung des Reifenluftdrucks von Kraftfahrzeugrädern verwendet. Ein falscher Reifenluftdruck führt zu unnötig hohem Reifenverschleiß und höherem Kraftstoffverbrauch. Weiterhin kann der Reifen aufgrund erhöhter Walkarbeit, insbesondere bei zu niedrigem Reifenluftdruck, vorgeschädigt bzw. plötzlich zerstört werden, was zu schweren Verkehrsunfällen führen kann.

Aus der DE 4205911 A1 ist eine Überwachungsvorrichtung für den Luftdruck von luftbereiften Fahrzeugrädern bekannt. Allerdings ist die dort vorgestellte Realisierung sehr aufwendig. Eine genannte Ausführungsform weist pro Sender im Rad einen zugehörigen Empfänger am Fahrzeug auf, eine andere Ausführungsform basiert auf einer kombinierten Send-/Empfangseinheit im Rad und einem oder mehreren Empfangseinheiten am Fahrzeug. Die Zuordnung der einzelnen Räder zu den Einbauorten erfolgt über einen sogenannten Paarungsprozess, der entweder manuell oder automatisch vorgenommen wird. Der manuelle Paarungsprozess ist hierbei sehr zeit- und arbeitsintensiv und kann bei einer fehlerhaften Bedienung zu einer falschen Zuordnung der einzelnen Räder zu den Einbauorten führen. Bei dem automatischen Paarungsprozess ist eine fehlerfreie Zuordnung der einzelnen Räder zu den Einbauorten möglich, allerdings ist der notwendige technische Aufwand sehr hoch und damit teuer.

Ferner ist aus der WO 02/072369 A1 ein Verfahren zur Bestimmung der Montageorte (Rad vorne links, Rad hinten rechts, etc.) der Fahrzeugräder bekannt. Das in dieser Schrift genannte Verfahren basiert auf einer Messung der Fahrzeugradtemperaturen, wobei eine Zuordnung der Fahrzeugräder zu dem jeweiligen Montageort über die Auswertung der Fahrzeugradtemperaturen in Abhängigkeit von speziellen detektierenden Fahrmanövern erfolgt. Hierbei werden die Räder, welche die höchsten Temperaturwerte aufweisen der angetriebenen Achse zugeordnet. Diese Zuordnung ist jedoch nicht korrekt, da die Temperaturerhöhung der Räder hauptsächlich von der fahrzeugspezifischen Achsbelastung und nicht von der angetriebenen Achse abhängig ist.

Daher ist es die Aufgabe der Erfindung ein Verfahren bereitzustellen, welches unter Berücksichtigung der fahrzeugspezifischen Achsbelastung auf einfache Weise eine selbsttätige Zuordnung der Räder zu den Fahrzeugachsen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf der Kenntnis der fahrzeugspezifischen Achsbelastung. Aufgrund dieser fahrzeugspezifischen Achsbelastung ist z. B. im Auswerteprozess eine Information abgelegt, welche Fahrzeugachse, Vorder- oder Hinterachse, als die konstruktiv höher belastete Achse festgelegt ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermittelt die Räder, welche die höchsten Reifenluftdruckänderungen aller Räder aufweisen. Die höchsten Reifenluftdruckänderungen tre-

ten hierbei erfahrungsgemäß an den am höchsten belasteten Rädern auf, wobei sich die am höchsten belasteten Räder an der am höchsten belasteten Fahrzeugachse befinden. Hierdurch ist eine Zuordnung der am höchsten belasteten Räder zu der am höchsten belasteten Fahrzeugachse, und, unter Kenntnis der fahrzeugspezifischen Achsbelastung, eine Zuordnung der Räder zu den betreffenden Fahrzeugachsen, Vorder- oder Hinterachse gegeben.

Gemäß der Erfindung wird unter der fahrzeugspezifischen Achsbelastung im wesentlichen die statische und dynamische Achslastverteilung des betreffenden Fahrzeugs verstanden. Die statische Achslastverteilung beschreibt hierbei die rein statische Gewichtsbelastung der betreffenden Achse z. B. hervorgerufen durch die Einbaulage des Motors oder durch die Beladung des Fahrzeugs. Die dynamische Achslastverteilung beschreibt z. B. die Auswirkungen eines Bremsvorgangs oder den Einfluss von aerodynamischen Maßnahmen (Spoiler) auf die Achslastverteilung.

Die Reifenluftdrücke der einzelnen Räder werden vorzugsweise über einen festgelegten, sich zyklisch wiederholenden Zeitraum miteinander verglichen, wobei der Zeitraum insbesondere im Bereich von etwa 50 bis etwa 900 Sekunden liegt.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass die zwei Identifikationsnummern der Räder mit den höchsten Reifenluftdruckänderungen, im Vergleich zu den Reifenluftdruckänderungen aller Räder, in einem Speicher abgelegt werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens werden die Identifikationsnummern mit den höchsten Reifendruckänderungen, die aus einem nachfolgenden Zeitraum gewonnen werden, mit den bereits in dem Speicher abgelegten Identifikationsnummern verglichen.

Dabei ist es zweckmäßig, dass der Speicherinhalt des Speichers erhalten bleibt, und ein Zählerstand eines Zählers um eins erhöht wird, wenn die bereits im Speicher abgelegten Identifikationsnummern mit dem aus einem nachfolgenden Zeitraum gewonnenen Identifikationsnummern übereinstimmen.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass bei Erreichen eines festlegbaren Schwellwerts des Zählerstandes eine Zuordnung der zwei Räder deren Identifikationsnummern in dem Speicher abgelegt sind zu der als höher belasteten angesehenen Fahrzeugachse erfolgt.

Der festlegbare Schwellwert liegt dabei vorzugsweise im Bereich von etwa 20 bis etwa 100.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass in dem Auswertemodul eine Information abgelegt ist, welche Fahrzeugachse als die höher belastete Achse angesehen wird.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass das Sendemodul erst ab einer vorgebbaren Radgeschwindigkeit Reifenluftdruckinformationen aussendet.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand zweier Zeichnungen hervor. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau eines Fahrzeugs mit einer Reifenluftdrucküberwachungseinrichtung

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Beispiels des Verfahrens

Fig. 1 stellt schematisch ein Fahrzeug mit vier luftgefüllten Rädern R1 bis R4 dar, die sich an einer Vorderachse VA und einer Hinterachse HA befinden. Weiterhin befindet sich an jedem Rad R1 bis R4 ein Sendemodul S1 bis S4. Diese Sendemodule S1 bis S4 weisen Batterien auf, welche die Sendemodule S1 bis S4 mit Energie versorgen. Weiterhin können sogenannte Rollschalter in den Sendemodulen S1 bis S4 vorgesehen sein, die erst ab einer einstellbaren Radgeschwindigkeit einen Kontakt zwischen den Batterien und den Sendemodulen S1 bis S4 ermöglichen. Durch diese Rollschalter wird eine längere Lebensdauer der Batterien erreicht, da keine permanente Energieversorgung der Sendemodule erfolgt. Die Sendemodule S1 bis S4 weisen weiterhin Messeinrichtungen auf, die den Reifenluftdruck der einzelnen Räder R1 bis R4 ermitteln. Des weiteren verfügt jedes Sendemodul S1 bis S4 über eine individuelle Identifikationsnummer. Diese Identifikationsnummer wird zusammen mit dem jeweiligen Reifenluftdruck an das Empfangsmodul E gesendet. Vorzugsweise erfolgt dies per Funkübertragung. Das Empfangsmodul E übermittelt die empfangenen

Daten an ein Auswertemodul A. Dem Auswertemodul A kann eine Anzeige nachgeschaltet sein, die dem Fahrzeugführer z. B. in einem Display Auskunft über den Reifenluftdruck der Räder R1 bis R4 gibt.

In Fig. 2 ist ein Flussdiagramm dargestellt, welches die Funktion des Verfahrens verdeutlicht. Nach dem Einschalten der Zündung 1 und dem Erreichen einer Radgeschwindigkeit, die ausreicht um den Rollschalter 2 zu schließen, erfolgt das Senden 3 der Reifenluftdruckinformationen und der Identifikationsnummern von den einzelnen Sendemodulen S1 bis S4 an das Empfangsmodul E. Das Empfangsmodul E führt die empfangenen Daten dem Auswerteprozess zu. In einem Schritt 4 werden über einen sich zyklisch wiederholenden Zeitraum, vorzugsweise im Bereich von etwa 50 bis etwa 900 Sekunden, die einzelnen Reifenluftdrücke der Räder auf eine Druckänderung hin verglichen. Hierbei wird ermittelt, ob sich der Reifenluftdruck eines einzelnen Rades innerhalb des Zeitraums geändert hat. Solange sich der Reifenluftdruck auch nur eines einzigen Rades verändert, wird diese Routine nicht verlassen. Weist kein Rad mehr eine Druckänderung auf, so ist eine sogenannte Beharrungsphase 5 erkannt. Diese Beharrungsphase 5 beschreibt eine nahezu konstante Fahrsituation, wie z. B. eine Fahrt mit einer relativ konstanten Geschwindigkeit. Ist diese Beharrungsphase 5 erkannt, erfolgt ein Reifenluftdruckvergleich 6 der einzelnen Räder untereinander.

Vorzugsweise wird hierbei nicht der Absolutdruck der Räder verglichen, sondern eine Druckdifferenz zwischen z. B. einem aktuellen Reifenluftdruckwert eines Rades und einem vorher gesandten Reifenluftdruckwert desselben Rades. Diese Druck-

differenz ermöglicht einen Rückschluss darauf, ob sich ein Rad an einer höher oder niedriger belasteten Fahrzeugachse befindet. Bei einer höher belasteten Achse, und damit höher belasteten Rädern an dieser Achse, steigt die Temperatur dieser Räder aufgrund der Belastung. Durch diese Erwärmung erhöht sich auch der Reifenluftdruck.

Dem Auswerteprozess wird eine fahrzeugspezifische Information zugeführt, woraus ersichtlich ist, welche Achse des betreffenden Fahrzeugs als die konstruktiv höher belastete Achse angesehen wird, so dass daraus eine Zuordnung der höher belasteten Räder zu der als konstruktiv höher belastet angesehenen Achsen erfolgt. Hierbei kann die fahrzeugspezifische Information z. B. in einem Speicher abgelegt sein. Bei dem Vergleich der Druckdifferenzen der einzelnen Räder untereinander wird zuerst durch den Auswerteprozess festgestellt, ob die Druckdifferenzen bei allen Rädern gleich bzw. sehr ähnlich sind. Ist dies der Fall, so wird keine Speicherung und keine Bewertung der Druckdifferenzen durchgeführt, und der Auswerteprozess startet wieder bei dem ersten Schritt 4.

Sind die Druckdifferenzen der Räder zueinander verschieden, so erfolgt eine Speicherung 7, wobei die, bei einem vierradrigen Fahrzeug, zwei Identifikationsnummern der Räder mit den höchsten Druckdifferenzwerten in den Überwachungszyklen in einen Speicher geschrieben werden. Alternativ können selbstverständlich auch die Identifikationsnummern der zwei Räder mit den niedrigsten Druckdifferenzwerten in den Speicher geschrieben werden.

In einem folgenden Schritt 8 erfolgt ein Vergleich zwischen den bereits in dem Speicher abgelegten Identifikationsnummern und neuen, aus einem folgenden Zyklus bestimmten Iden-

tifikationsnummern. Stimmen die bereits gespeicherten Identifikationsnummern mit den neu bestimmten Identifikationsnummern überein, so bleibt in einem ersten Fall 9 der Speicherinhalt erhalten, und ein Zählerstand eines Zählers wird um eins erhöht. Stimmen die neu bestimmten Identifikationsnummern mit den bereits im Speicher abgelegten Identifikationsnummern nicht überein, so wird in einem zweiten Fall 10 der Speicherinhalt mit den neuen Identifikationsnummern überschrieben und der Zählerstand um eins erniedrigt, wobei der Zählerstand nur positive Werte aufweist. Die Erhöhung bzw. die Erniedrigung des Zählerstandes um eins soll hier nur als eine Ausführungsmöglichkeit genannt sein. Selbstverständlich kann der Zähler auch eine Hysterese aufweisen oder der Zähler kann resetiert werden. In beiden Fällen 9,10 erfolgt eine Rückkehr zum Schritt 4 und damit ein erneuter Durchlauf des Auswerteprozesses. Anschließend erfolgt eine Abfrage 11 des Zählerstandes. Durch einen Vergleich wird ermittelt, ob der Zählerstand einen vorgebbaren Schwellwert, vorzugsweise im Bereich von etwa 20 bis etwa 100, überschritten hat. Ist dies der Fall, so erfolgt eine Zuordnung 12, wobei die Räder R1 bis R4, deren Identifikationsnummern in dem Speicher abgelegt sind der als höher belastet angesehenen Achse, bzw. der als niedriger belastet angesehenen Achse, zugeordnet werden. Durch die vorher abgelegte Information, welche Achse des betrachteten Fahrzeugs als die höher belastete Achse, bzw. als die niedriger belastete Achse angesehen wird, kann nun der Auswerteprozess zwei Räder entweder der Vorder- oder der Hinterachse zuordnen, wobei somit auch zwangsläufig die Zuordnung der übrigen zwei Räder zu der übrigen Fahrzeugachse erfolgt. Der Speicherinhalt des Speichers sowie der Zählerstand bleiben auch nach Abschalten



der Zündung erhalten. Erfolgt z. B. ein Reifenwechsel, wobei die Räder nicht mehr an der Fahrzeugachse montiert sind an der sie ursprünglich montiert waren, so erkennt dies der Auswerteprozess daran, dass die ab dem Reifenwechsel gesendeten Identifikationsnummern nicht mehr mit dem Speicherinhalt übereinstimmen. Über mehrere Zeiträume wird der Speicherinhalt des Speichers mit den aktuell vorliegenden Identifikationsnummern überschrieben und der Zählerstand jeweils um eins erhöht, bis der Schwellwert überschritten wird, wodurch eine neue Zuordnung der Räder R1 bis R4 zu den betreffenden Achsen erfolgt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Zuordnung von Rädern eines Kraftfahrzeugs zu der jeweiligen Fahrzeugachse (VA, HA), wobei die Räder (R1 bis R4) jeweils einen Luftreifen aufweisen, deren Reifenluftdrücke durch eine Reifenluftdrucküberwachungseinrichtung überwacht werden, die mindestens ein Sendemodul (S1 bis S4) in jedem Rad (R1 bis R4), sowie mindestens ein am oder im Fahrzeug angeordnetes Empfangsmodul (E) und ein Auswertemodul (A) aufweist, wobei jedes Sendemodul (S1 bis S4) eine Reifenluftdruckinformation und eine radindividuelle Identifikationsnummer an das Empfangsmodul (E) sendet, die einem Auswerteprozess in dem Auswertemodul (A) zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Zuordnung die Reifenluftdruckänderungen der Räder (R1 bis R4) betrachtet werden, wobei die Räder (R1 bis R4) mit nahezu identischen Reifenluftdruckänderungen unter Berücksichtigung einer fahrzeugspezifischen Achsbelastung einer Fahrzeugachse (VA, HA) zugeordnet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reifenluftdrücke der einzelnen Räder (R1 bis R4) über einen festgelegten, sich zyklisch wiederholenden Zeitraum, vorzugsweise im Bereich von etwa 50 bis etwa 900 Sekunden, auf nahezu konstante Reifenluftdrücke der einzelnen Räder (R1 bis R4) miteinander verglichen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Identifikationsnummern der Räder (R1 bis R4) mit den höchsten Reifenluftdruckänderungen, im Vergleich zu den Reifenluftdruckänderungen aller Räder (R1 bis R4), in einem Speicher abgelegt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Identifikationsnummern der Räder (R1 bis R4) mit den höchsten Reifenluftdruckänderungen, die aus einem nachfolgenden Zeitraum gewonnen werden, mit den bereits in dem Speicher abgelegten Identifikationsnummern verglichen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicherinhalt des Speichers erhalten bleibt, und ein Zählerstand eines Zählers um eins erhöht wird, wenn die bereits im Speicher abgelegten Identifikationsnummern mit den aus einem nachfolgenden Zeitraum gewonnenen Identifikationsnummern übereinstimmen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Erreichen eines festlegbaren Schwellwertes des Zählerstandes eine Zuordnung der zwei Räder deren Identifikationsnummern in dem Speicher abgelegt sind zu der als höher belastet angesehenen Fahrzeugachse (VA, HA) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der festlegbare Schwellwert im Bereich von etwa 20 bis etwa 100 liegt.

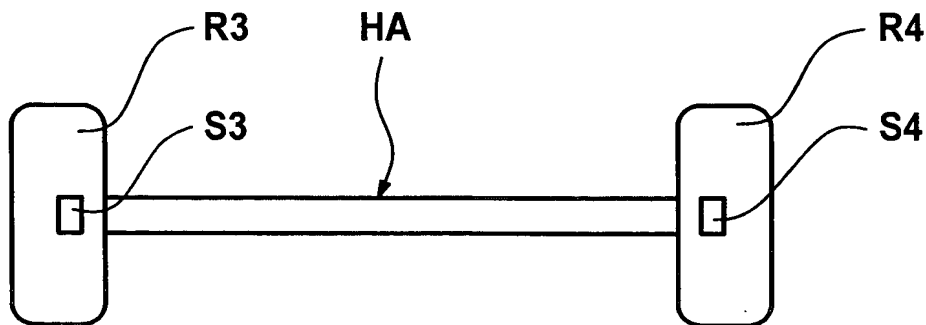
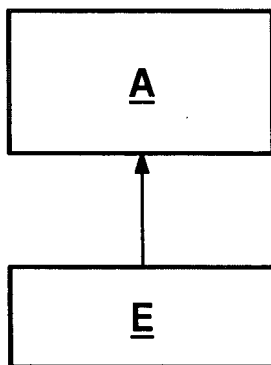
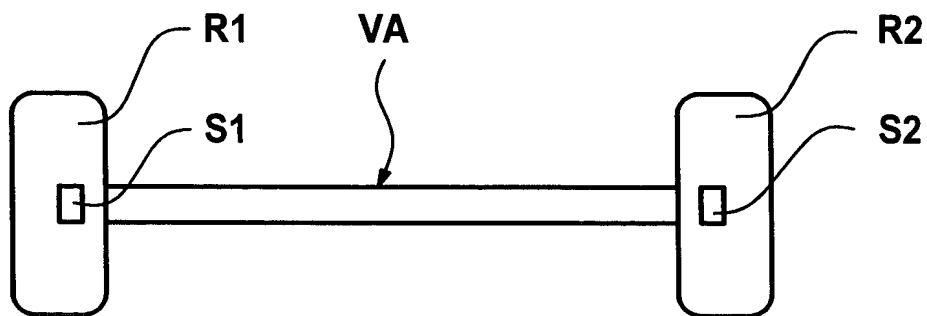
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Auswertemodul eine Information darüber abgelegt ist, welche Fahrzeugachse (VA, HA) als die höher belastete Achse angesehen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sendemodul erst ab einer vorgebbaren Radgeschwindigkeit Reifenluftdruckinformationen aussendet.

## Zusammenfassung

### **Verfahren zur Zuordnung von Rädern eines Kraftfahrzeugs zu der jeweiligen Fahrzeugachse**

Beschrieben ist ein Verfahren zur Zuordnung von Rädern eines Kraftfahrzeugs zu der jeweiligen Fahrzeugachse (VA, HA), wobei die Räder (R1 bis R4) jeweils einen Luftreifen aufweisen, deren Reifenluftdrücke durch eine Reifenluftdrucküberwachungseinrichtung überwacht werden, die mindestens ein Sendemodul (S1 bis S4) in jedem Rad (R1 bis R4), sowie mindestens ein am oder im Fahrzeug angeordnetes Empfangsmodul (E) und ein Auswertemodul (A) aufweist, wobei jedes Sendemodul (S1 bis S4) eine Reifenluftdruckinformation und eine radindividuelle Identifikationsnummer an das Empfangsmodul (E) sendet, die einem Auswerteprozess in dem Auswertemodul (A) zugeführt werden, wobei zur Zuordnung die Reifenluftdruckänderungen der Räder (R1 bis R4) betrachtet werden, wobei die Räder (R1 bis R4) mit nahezu identischen Reifenluftdruckänderungen unter Berücksichtigung einer fahrzeugspezifischen Achsbelastung einer Fahrzeugachse (VA, HA) zugeordnet werden.

(Fig. 1)



**Fig. 1**

2 / 2

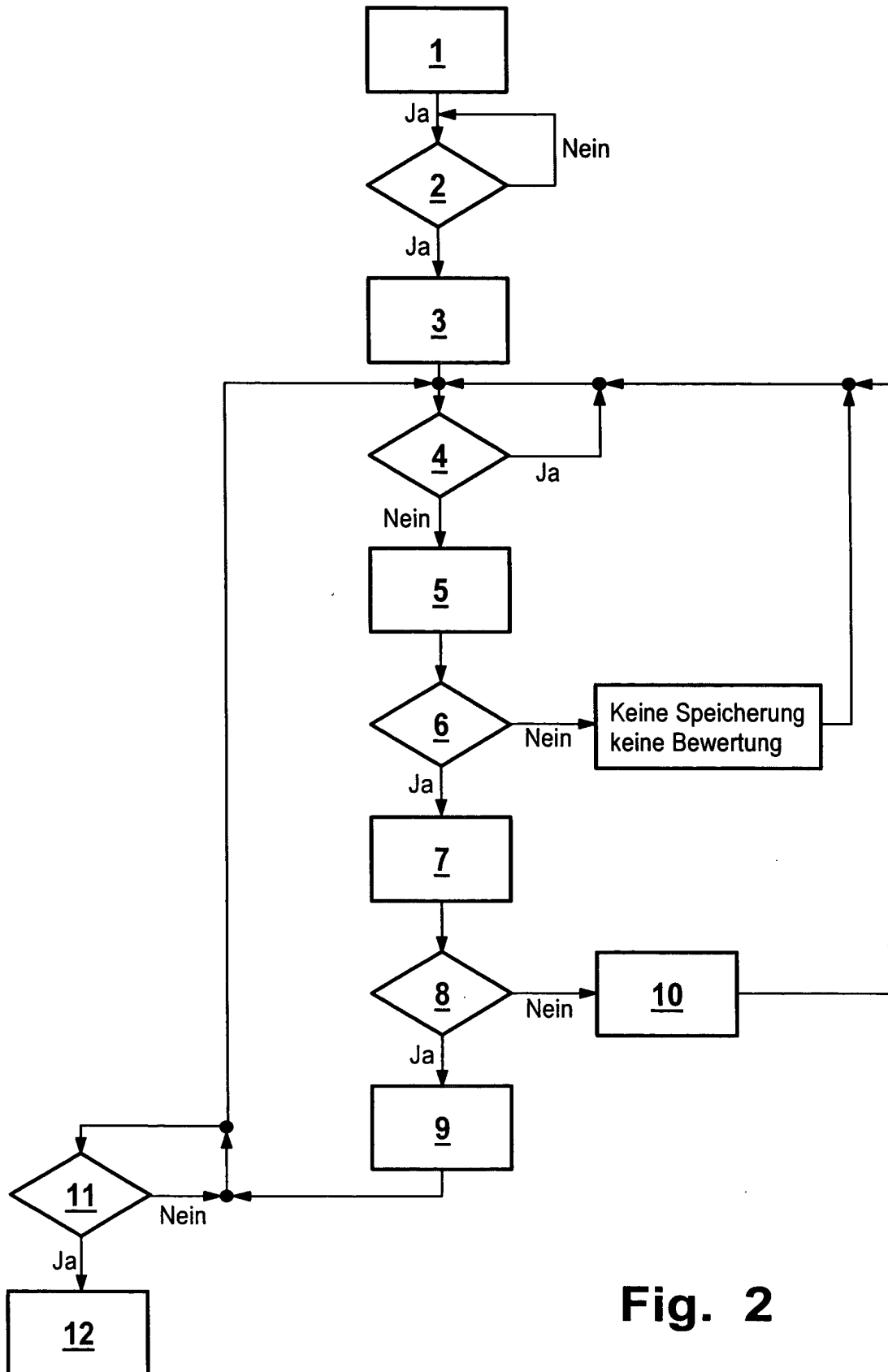


Fig. 2